

概念学習の仮説検証モデル

藤 田 昭 彦

I 数理心理学的背景

心理学研究が数学的方法に依存する部分は現在大きい。統計法、また心理測定・尺度化などの計量心理学の方法は、研究者の間にすっかり定着している。しかし心理学が数学的方法や理論に依存するのはそれらの領域だけではない。近年、べつに数理心理学と呼ぶ領域が確立してきた。

いま数理心理学とは何かを厳密に定義するのは難しい。研究者の間の共通の了解は、数学的方法の心理学への適用ということである。その意味では、数理心理学は計量心理学や心理学統計法をも含みうる広さをもつ。しかしより限定的に数理心理学という呼称が出てきた背後には、独自の対象と目標があるはずである。すなわち全ての数学的方法に関わる心理学を指す広義の数理心理学に対して、狭義の数理心理学のもつ研究対象と目標とである。

数理心理学的研究として専門学術雑誌（たとえば、*Journal of Mathematical Psychology*）に掲載されるものの多くは、心理学的対象の数学的なモデル構成を中心課題とするようにみえる。この点からみると、より限定的な数理心理学は、心理学的対象の数理モデルの構成ならびに構成手法の開発を目的とする心理学であるといえるだろう。

現代の数理心理学におけるモデル構成的研究に先鞭をつけたのは、Estes (1950) の論文である。そこで展開された統計的学習理論が「刺激抽出モデル」という一般モデルを導出していく。学習心理学に対して初期の数理心理学的接近がなされたのには、Estes 以前に形式的な数学の適用がこの分野で行われていたという事情がある。要するに、学習についての諸事象に対する確率論的解釈が出現しつつあったのである。

一般学習モデルである刺激抽出モデルがさまざまな特殊学習事態に適用さ

れていった。当初は単純な動物学習のモデル構成が多かったが、次第に複雑な学習事態にも適用されるようになった。たとえば、動物（ネズミなど）の弁別学習モデルが構成された後、一挙に人間の概念学習（とくに概念同定）事態の数理モデルが提唱されたりした。

概念学習は人間の活動の中でも複雑なもので、古くから思考活動の一部、すなわち高等精神過程によるものとされる。高等精神活動であるがゆえに、かつて実験的に扱いにくいとして敬遠されがちであった対象が、いま新しい接近によってとらえられるとすると、心理学研究の進歩にとって意義深いものがある。

この論文は、概念学習（同定）過程についての数理モデル構成的研究を、とくに仮説検証モデルの公理的仮定に限って考察する。はじめに、数理モデル的研究にいたるまでの概念学習の実験的研究と理論を概観し、そこから導かれるモデル構成のための仮定（公理）を次に考察する。さらにいくつかの仮説検証モデルを例示し、モデル構成的接近の問題点を、最近の認知心理学の発展と関連づけて指摘したい。

Ⅱ 概念学習の実験的研究

概念作用を含む思考過程について、アリストテレス以来、哲学的に議論されている。その歴史的展開は他の成書にゆずり、ここでは実験研究に限って考えることにする。

1 Hull の実験 行動主義的心理学の出現は、人間の意識過程や高等精神活動を、客観科学になじまないとして心理学の研究対象から追い払ってしまった（あるいは、追放しようとした）。しかし、実際のところ、それらの対象が解明されたわけではないので、方法論的に許容された限界内で行動論的思考心理学研究が細々と続けられはした（思考過程が学習過程に還元されて研究が続けられたというべきである）。

概念行動を思考過程よりも限定的な学習過程とみることで行動論的に扱いはじめたのは、Hull (1920) である。それ以来、概念学習の実験的研究は基本的に Hull の図式に従っているといつてよい。Hull の実験は、漢字を刺激対象とし、被験者は漢字部首（共通要素）を発見し刺激を分類する、というものである。反応肢は無意味綴であり、漢字と無意味綴の対応関係を学習する。部首の発見が概念の習得になるわけだが、実験は対連合学習の特別な

場合だともいえる。実験結果は、実際、共通要素に気づかなくとも対連合学習を完成しうることを示した。実験結果はいまは別にして、思考研究を従来の内観法の制約から解放し、刺激＝反応の分析を可能にした点で、Hull の実験は高く評価される。

2 概念学習の実験パラダイム 心理学実験の直接的な目的は実験変数の効果を観測することであるが、究極の目的は見えざる内的過程を説明しうることである。概念学習実験も例外ではない。被験者の内的思考過程をいかにすれば表面化しうるかが、実験計画の主要課題となる。このような潜在的な目的をもちながら、現在は学習実験パラダイムに従って、各実験変数の効果が明らかにされ、多くのデータが集積されている。

実験は、刺激提示から始まり反応が生起され、それに対する情動的フィードバックで終る試行からなる。被験者はこれらの試行を通じて正反応に導く概念を習得すると考えるのである。典型的な刺激対象は、幾何学図形である。これらの刺激対象を客観的に記述するために、Hunt (1962) は Hovland (1952) の通信論的記述システムを集合論的に定式化した。現在の実験研究のほとんどは、暗黙裡に Hunt の記述システムに則って刺激を構成しているといっても過言でない。

形式的記述システムの完成は、実験事態での重大な問題を浮び上がらせる。すなわち、実験者にとって刺激構成上この種の記述システムが必要だとしても、被験者が同一システムに則る必然性はないのである。学習分析にあたっては事態の記述システムの既知が前提になり、そのために一般には前もって被験者に記述システムに関する教示を行う。またその種の教示がないときには、非常に単純明白な刺激を用いるなどのために、被験者と実験者の記述システムは同一であると（暗黙のうちに）仮定する。

現実の事態の記述が2人の人間で異なるとしても、形式的な数学的定式化では問題にならない。それらは同一形式に含まれる。しかしこの点で、その定式化は心理学的現実を正確に記述しえないという別の問題を残すことになる。たとえば現在の概念同定の仮説検証モデルでは、仮説の抽出ならびに検証過程の記述を試みるが、その出発点にあたる仮説形成の過程を無視する。むしろ数学的に扱得ない問題として放置したままだというべきであろう。これは形式に対する心理学的現実が特定できないために生じてきた問題であるといつてよい。

刺激あるいは課題事態の構成に関連する実験心理学的観点からの疑問は他にも多くあるがこれ以上は触れずにおき、次に反応生成の段階に進もう。通常、概念学習実験の被験者の行う反応は単純な分類反応である。提示刺激ごとに「はい」「いいえ」や「A」「B」を指示するなどの2分類反応であり、外面的に概念学習は分類行動に還元されるわけである。被験者の反応に対して、実験者は計画に従って提示刺激事例のカテゴリーを指示するフィードバックを与える。2分類課題では正誤の指示だけでもよいが、多カテゴリー分類では矯正フィードバックを与えることが多い。以上の外的事象が試行を構成するが、心理学的関心はそれらにつながる内部過程にある。

3 概念学習の仮説検証説 概念学習の理論には、連合説、媒介説、あるいは仮説検証説、情報処理過程説などが認められる。数理心理学的接近による概念学習研究もまた同様の理論的根拠にたつ数理モデルを構成する。これらの数理モデルの中で有力なものは、仮説検証説に属するものである。以後この種のモデルを仮説検証モデルと称することにし、ここでその心理学的根拠を考察しよう。

学習過程を単純な刺激—反応関係だけで分析することに対して、「仮説」の存在が主張されたのは新しいことではない。しかし概念学習に「仮説」解釈を持ち込み、後続研究に直接的影響を与えたのは、Bruner, Goodnow, & Austin (1956) であろう。彼らは概念獲得はその規定属性の学習を通して達成されると考える。その概念の正しい規定属性は何であるかについて仮説を形成し、それが事実と矛盾するのであればいつでも仮説を変更するための方法を被験者は持つと考えるのである。彼らは「この概念の規定属性は何か」という問題の解決に向けての情報の獲得・保持・利用のパターンをストラテジーと称した。

Bruner らの場合、概念の規定属性に関する仮説のたて方と検証のやり方が同時にストラテジーで表現されているが、現代の数理モデルはもっぱら検証のやり方に注目する。仮説検証説は、「仮説」なる内部過程のことばに注目することで、客観的記述システムで述べられる概念学習事態を内的に表現し、とらえようとするものである。

Ⅲ 仮説検証モデルの諸仮定

概念学習（とくに概念同定）の数理モデルは、基本的にそれまでの心理学

的解釈を仮定（公理）として構成される。加えて、言語的に不明瞭なままにされていた部分についても、明解な仮定を設ける。たとえば仮説検証モデルの誤試行学習仮定や記憶仮定は、心理学的にはっきり解釈されていたのではない。モデル構成上、心理学要件として数学的定式化によって明確にされたものといつてよい。

1 仮定的仮説検証過程 仮説検証モデルの主要な仮定は、仮説の選択（抽出）・検証・保持あるいは除去（棄却）という動的な内部過程についてのものである。すなわち、仮説抽出はどの時点でどんな風に行われるか、検証により反証された仮説はどのように処理されるか、などのさまざまな点で、心理学的に合理的な規定がなされねばならない。数理モデルはこれらの仮定を公理として出発するがゆえに、つねに現実に照らして仮定およびモデル修正の要請がある。

初期の仮説検証モデルに Restle (1962) がある（Rモデルと呼ぶ）。Rモデルでは、学習規準到達までの誤反応は再帰事象であり、そのたびごとに仮説を抽出すると仮定する。これが誤試行学習仮定と仮説再抽出仮定である。なお、Rモデルは単一仮説抽出だけでなく、複数仮説の同時抽出・検証の可能性をも吟味している。それゆえ、再抽出仮定にはいくつかの変形体が存在する。

誤反応を条件として再抽出・検証した結果、肯定された仮説は有効なものとして保持される（どこに保持されるかを規定しなければならない）。他方、否定された仮説はその後の過程進行のなかでいかに処理されるのであろうか。この処理は棄却事後過程に対応するが、これらは仮説の記憶についての仮定で表される。記憶仮定は、進行中の過程で一旦棄却したものは覚えていて再度検証することは決してない（完全記憶）ものから、棄却直後の試行でさえも他の未検証仮説と同等に抽出される可能性をもつ（完全無記憶）ものまで、段階的な仮定の形をとりうる。そしてなんらかの記憶を仮定する限り、どこに保存されるかを規定する必要がある。

仮説検証過程は、被験者が課題について正しい仮説（関連仮説ともいう）を抽出するまで、上述の過程をくり返すのである。仮説検証モデルは、これらの一連の内的作業を一貫して記述するものとして、仮説の状態に注目する。

2 仮説集合の定義 モデルは、被験者が課題解決のために作りだす仮説全体からなる形式的な仮説集合 H を想定する。集合 H は仮説の状態に従っ

て公理的にいくつかの部分集合に分割されうる。集合**H**の要素は仮説の心理学的定義によって決定され、前述の記述システムが重大な影響をもつ。すなわち、同一課題であっても、異なる記述は異なる仮説集合を生みだすはずである。

現在の仮説検証モデルは、集合**H**を最高3個までの部分集合に分割しうる。ひとつの部分集合は、被験者によって抽出され、その時点で「実効的あるいは機能的」な仮説からなる集合である（これを集合**S**と呼ぶ）。そしてこの仮説状態への移行についてと、そこからの移行についての2種の状態に対応する部分集合が考えられる。すなわち、現時点では注意を払われないが後の試行で注目され抽出されうる状態にある仮説群からなる部分集合**A**と、かつて集合**S**にあり現時点では棄却された状態にある仮説群からなる部分集合**E**とである。

無記憶仮定にたつ場合、仮説の棄却状態は保存されないことになり、したがって集合**A**と集合**E**とは分割されえない（集合**E**は集合**A**に含まれ、復元抽出仮定に相当する）。それ以外では、 $H = S \cup A \cup E$ なる関係がなりたつ。仮説の状態は検証過程の進行に伴って変化するがゆえに、集合**H**の分割は試行ごとに変化しうる。課題解決は関連仮説を抽出することであるから、形式的には、集合**S**に特定の関連仮説を含むように集合**H**を分割することが被験者の課題である。モデルは集合分割のメカニズムと変化の状態を明解にしようとするものである。仮説検証は反応に対するフィードバック情報の提示で完了する。否定仮説は直ちに棄却が決定され、集合**S**から集合**E**（もしくは**A**）に移行する。その時点で否定されない場合、その仮説はなお有効なものとして保持され、集合**S**にとどまると仮定する。

仮説状態が集合**A**から集合**S**へ移行するメカニズムは、集合**S**から集合**E**への移行ほど明瞭ではない。明解にするには、いくつかの条件規定が必要である。すなわち、試行中のどの時点で再抽出が行われるかを規定しなければならない。反応生成に先行する仮説抽出は自明であるが、詳細な抽出時点に関して2種の異なる仮定が可能である。ひとつは、当該試行の刺激提示後に抽出した仮説がその試行の反応を決定するという仮定である。もうひとつは、前試行の反応に対するフィードバック直後に仮説を抽出し、それが当該試行の有効な仮説となるという仮定である。

後者の抽出時点仮定では、実験の第1試行で反応を決定する仮説は存在し

ないことになり、そのため第1試行の反応決定の別仮定を導入しなければならない。通常、仮説抽出の機会がないところでの反応（無仮説反応）はあて推量によると仮定する。これは数学的に、各反応確率はチャンス水準にあるものと表現される。結局、集合 **A** から集合 **S** への移行について、モデルは抽出仮定に加えて上述の抽出時点仮定を選択し、その関連仮定を考慮しなければならない。

3 その他の仮定 これまでに暗々のうちに述べてきたのであるが、モデルは実験と内的な仮説検証過程の諸仮定とを結びつける公理をもっていないなければならない。概念の定義を含む記述システムの規定がそのひとつである。また被験者の顕現反応と内的仮説とを結ぶ反応生成規則も必要である。これについては、当該試行の提示刺激（事例）に仮説を照し比較することを通して反応を決定すると仮定することが多い。この基礎的な反応生成仮定に加えて、被験者の初期条件として各状態とそれぞれに対応する反応確率とを仮定することによって、モデルは個々の実験と結びつく。

仮説検証モデルは上述の諸仮定の適切な組合せである。各仮定が相互に独立であれば可能な組合せ数だけモデルが出来るはずである。しかし現実には、心理学的解釈の制約の下に相互従属的な仮定群からなる限られた組合せに基づくモデルが存在するだけである。

IV 記憶仮定の修正モデル

Rモデルを継いで、Bower & Trabasso (1964) は体系的な仮説検証モデルを提唱した（以下でBTモデルと呼ぶ）。そのモデルは、他の研究者による適用をも含めて多くの成果をあげえた。Millward & Wickens (1974) は、BTモデルを出発点に置き、仮説抽出の生起条件の拡大（誤試行学習仮定の修正）に向けて、3種の修正モデルを考察している。彼らの吟味する個々のモデルは一連の修正というよりも、条件規定に基づく別個の特殊モデルというべきかもしれない。すなわち、仮説状態が $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{S} \rightarrow \mathbf{E} \rightarrow \mathbf{A}$ へと解が得られるまで循環する分割図式を基本モデルとする特殊モデルという意味である。ここでは、Millward らの考察を参照しながら、記憶仮定の修正モデルについて考えてみたい。

1 BTモデル このモデルは、最初、被験者の内部状態を学習状態（正仮説を選択した状態：**L**）と未学習状態（無関連仮説を選択している状

態： U) とに分け、2 状態マルコフ連鎖の形で表式化された。その後、未学習状態 U を誤反応生起の状態 E と正反応生起の状態 C とに分割することで、2 状態モデルから3 状態マルコフモデルに修正した。これは実験分析の点から誤反応に注目し、かつ誤試行学習仮定を設けるがゆえに、モデルにおいてそれらの点をより明細にしておこうとするものといえる。

3 状態マルコフモデルは、状態移行確率行列 T と、初期反応確率ベクトル V_1 とがそれぞれ以下の形で表される：

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} L & C & E \end{matrix} \\ \begin{matrix} L \\ C \\ E \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \pi & 1-\pi \\ \theta & \pi(1-\theta) & (1-\pi)(1-\theta) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$V_1 = (0, \pi, 1-\pi).$$

状態 L は正仮説を抽出した学習完成状態であり、数学的には吸収状態である。パラメータ π は、無関連仮説に従って正反応を生起する確率を表す。パラメータ θ は正仮説の抽出確率を示す。いま第 n 試行での状態確率ベクトルを V_n で表すと、 $V_{n+1} = V_n T$ であり、そこで繰り返し操作によって $V_n = V_1 T^{n-1}$ が求まる。モデルはここから最終誤試行以前の学習過程について、総誤反応数や各種の系列統計量を誘導する。BT モデルの予測は実験データによく適合することが確かめられている。

BT モデルが誤試行再抽出仮定に基づき実験データをかなりの程度まで記述しうることは事実である。だが同時にこのモデルが完全無記憶仮定にたつことを忘れてはならない。無記憶仮定が実験事実に反するとする事例は多数あり、この点でモデルは修正されるべきである。Trabasso & Bower (1966) は、棄却仮説の無制限再抽出の可能性（完全復元抽出仮定）を修正した「局部的ー貫性吟味」仮定によるモデルを提示した。また、Gregg & Simon (1967) も、確率論的数理モデルとは異なるコンピュータ・シミュレーションによるプロセスモデルを構築して、同種の記憶仮定の正当性を主張した。これらはいずれも、一貫性の吟味に際して先行刺激ならびに強化情報の記憶を利用すると仮定する。

2 Chumbley の HM モデル Levine (1966) は、刺激や強化情報よりもむしろ仮説が記憶されるとし、仮説集合の選択操作の可能性を提唱した。Chumbley (1969) は「局部的ー貫性吟味」モデルの不適当な点を指摘した後、

Levine の説を数学的定式化した仮説操作 (HM) モデルを構成した。HM モデルは「被験者は全ての有効な仮説を同時に吟味する」という基本仮定にたつ。これはすでに Restle (1962) の考察した複数仮説の同時抽出仮定に等価である。この基本仮定に加えて、モデルは、被験者は誤反応の後ある確率でもって棄却仮説の部分集合を思い出しうるといふ、部分的記憶仮定を設ける。

HM モデルは、Levine の創案した「ブランク試行法」事態に適用されるモデルである点で、やや特殊な「系列限定的モデル」である。Cotton (1971) も類似の系列限定的モデルを構成している。いま、4 次元各 2 値で記述される刺激を用いる概念同定課題で、ブランク試行法による刺激系列についての HM モデルを考えてみよう。第 n 試行で刺激が提示されると、被験者は仮説集合 H_n を 2 個の部分集合 R_n (反応 R に導く仮説群) と W_n (反応 W に導く仮説群) とに分割する。反応 R が正反応だとすると、被験者は確率 r_n で R_n の仮説に従って正反応を行い、確率 w_n で W_n の仮説に従って誤反応を行う。このとき、部分集合 R_n が次試行での仮説集合 H_{n+1} になる。モデルは、誤反応の後、その時点でのフィードバック情報に矛盾しない、その意味で棄却されるべきでない仮説を復活する確率 α を仮定している。確率 r_n は R_n の測度に比例すると考えられるが、便宜上、全仮説は等しい重みをもつと仮定すると、 r_n は相対的仮説数で表される。これらから、特定刺激系列事態での各試行の正反応確率を得る。

仮説の数を k で表し、第 n 試行で被験者が状態 kH にいるとすると、状態移行行列 T と初期ベクトル V は、

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1H & 2H & 4H & 8H \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1H \\ 2H \\ 4H \\ 8H \end{matrix} & \left(\begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ (1+\alpha)/2 & 0 & 0 & (1-\alpha)/2 \\ 0 & (1+\alpha)/2 & 0 & (1-\alpha)/2 \\ 0 & 0 & (1+\alpha)/2 & (1-\alpha)/2 \end{array} \right) \end{matrix}$$

$$V = (0, 0, 0, 1).$$

行列 T は刺激系列が変化すると異なるものになる点に注意すべきである。

HM モデルは、仮説抽出過程よりもむしろ仮説の処理操作過程の記述といふべきであるが、これを抽出過程としてとらえると、仮説サンプルの大きさ s が出発点で仮説集合全体の大きさ h に等しい場合である。特定刺激系列

(ブランク試行用の訓練系列) に対する被験者の合理的な仮説処理は、全仮説の重みは等しいと仮定すると、仮説サンプルの大きさを半減していくはずである。しかし現実には完全記憶を保持する仮説処理だけではないがゆえに、記憶が確率的に変動しうるものとして仮説の復活確率 α を導入したのである。 $\alpha=0$ であれば、BTモデルの完全復元抽出仮定に等しいものになる。ところで復活確率の仮定は記憶メカニズムを完全に明確にしうるものではなく、特定仮説の R_n と W_n 間の移行が恣意的でさえあるかのようにみえる。モデルはこの点を詳細に規定すべきである。

3 Wickens と Millward の HE モデル ここで考察するのは、Wickens & Millward (1971) や Millward & Wickens (1974) で提唱されたもので、棄却仮説除去の機構を想定しており、仮説除去 (HE) モデルと呼ばれる。HE モデルは仮説除去と仮説記憶の点で BT モデルと大きく異なる。仮説の抽出はフィードバック提示後に生じる。当然、選択される仮説群はそのフィードバック情報に一致したものである (局部的に一貫性仮定)。さらに誤試行学習仮定を修正拡大する。仮説再抽出と棄却除去とは被験者の顕現反応に関わりなしに生じ、個々の仮説 (集合 S の要素) がフィードバック情報に一致しないときはいつでも棄却除去される (集合 $S \rightarrow$ 集合 E への移行)。そこで、仮説再抽出は現在の集合 S が空集合になった時点で行われることになる。

仮説記憶は、除去された仮説についての仮定であり、HE モデルは中間的なものを想定する。すなわち、集合 E 中の一部の仮説が集合 A に移行すると仮定している。HM モデルはこの点を明確に規定しなかったのである。ところでこの除去仮説が集合 E にとどまるあり方にはいろんな可能性がある。たとえば、集合 E の大きさを一定として次々に仮説が移行してきてあふれるとき、古くからある仮説から順に集合 A に移行すると仮定する。また、一旦仮説が集合 E にはいると一定試行数の間だけそこにとどまると仮定するなどである。HE モデルは集合 E の大きさは一定であり、それを規定するパラメータ l を仮定する。このとき集合 E の大きさは、パラメータ l と仮説サンプルの大きさ s の積で表される。

HE モデルは2個の構造的パラメータ s と l によって規定される。 s, l ともに被験者の記憶能力を指示すると解釈しうる。 s は一度に処理する仮説数を表す点で短期記憶に、 l は処理結果をいつまでも保持しうるかを表すも

のとして長期記憶に対応すると考えうる。HE モデルは可変的な s, l で規定されるいろんな記憶能力の被験者の行動を記述しうるモデルである。

HE モデルのひとつの特徴は、単一仮説の抽出よりも仮説集合 S の形成そのものに注目する点である。同定過程を、無関連仮説のみを含む仮説サンプル N を k 回抽出した後、関連仮説を含む仮説サンプル T を抽出することで解に達するものとみなす。各サンプル内での仮説検証処理はサンプルごとに独立であるから、各サンプルの処理操作はそれぞれに対応する確率変数で表されるとすると、全体の過程の処理操作量は、

$$N_1 + N_2 + \cdots + N_k + T$$

で示される。ここで各確率変数の分布を求めることで、各種の実験統計量を誘導しうる。

モデルはまた、仮説記憶についても集合 E から集合 A への復帰が各サンプル集合ごとに生じると仮定する点で、仮説群を分析単位とする。この点は今後現実に照して検討されねばならない。さらに、1 個の除去サンプルが保持されると仮定することは、Falmagne (1970) の時間モデルへの移行を可能にするものである。ただしこの保持時間はあくまで心理学的単位で表現されねばならないだろう。

V モデルと実体——結語に代えて——

記憶仮定の修正に基づく仮説検証モデルの改良をみてきた。これは形式的方法論としてのモデル構成が、可能な限り正確に心理学的実体やその解釈を記述しようとする努力にほかならない。このような試みがごく最近に急激に進展した背後には、「認知心理学」のめざましい発達があるであろう。

いま、人間の内的処理過程を一連の認知機構としてとらえるアプローチが認知心理学だとしておこう。概念学習の仮説検証説は、単純な刺激—反応結合による解釈に比して極めて認知的である。Falmagne (1974) は、客観的な刺激記述レベルから主観的な内部言語記述レベルへと、当初、数理モデルは「不本意ながら」移行したとみる。つまり、形式的に等価なモデルが異なる実体解釈に適合されるのである。しかも数理モデルは被験者を描きこもうとするのである。仮説検証的解釈は、そこから生みだされるさまざまな被験者

行動に注目するように要請する。たとえば、「一貫性吟味」は、仮説検証説が新しく作りだした問題である。そしてこのような変化は、モデルが記述するデータの詳細さの程度を、平均統計量から個別の系列的統計量へと移っていくように、いっそう高めるものである。

認知心理学の進歩には計算機科学からの影響が大きい。概念学習のモデルに限っても、Gregg & Simon (1967) のプロセスモデルが確率論モデルに挑戦してきた。数理モデルは実体に適合すべく修正を余儀なくされた。しかし、一群の公理から出発し系列限定的な特殊モデルを構成しえたとしても、数理モデルは被験者のストラテジーの性質を組込む点などでなお限界をもつ。その限界をのりこえるのは詳しい実験的観察であるかもしれない。だが、対象とする事象が直接観察不可能な実体である限り、コンピュータ・シミュレーションなどの手段を援用しなければならない。既に、印東 (1970) らが試みているごとくである。

数理心理学が数学的なモデル構成を中心課題とするという意味で、コンピュータ・シミュレーションモデルの侵入は数理心理学のアイデンティティをおびやかすものと受けとる立場もないではない。しかし、この2種の接近は、Estes (1975) が指摘する通り、相補的だと考えるべきである。それぞれのアプローチをどんな所で用いればより正確に実体を記述あるいは説明しうるかを、研究ストラテジーとしなければならないであろう。

概念学習は動的過程である。記憶モデルのように構造的実体に対応した数学的表式を期待すべきでないのかもしれない。しかし、進行する過程を記述することは可能であろう。たとえその過程がどのような実体的構成物の中で進行しようとも。高等精神過程への心理学的接近は、いまや認知心理学の主要課題となったようであるが、そこにおいても数理モデル的方法はなお有効であるだろう。

モデルの有効性は常にデータに照して評価される。それゆえ、実体に即したモデル修正はデータの性質の修正を要求する。データの質的变化は新しい実験パラダイムを生みだすはずである。それぞれのモデルは、その限りにおいてデータを記述しうるものであるが、同時に次のデータの解釈のために修正されざるをえない限界をみずからに含むものである。

参 考 文 献

1. Bower, G. H., & Trabasso, T. R. (1964) Concept identification. In R. C. Atkinson (Ed.), *Studies in mathematical psychology*. Stanford: Stanford University Press, 32-94.
2. Brown, A. S. (1974) Examination of hypothesis-sampling theory. *Psychological Bulletin*, **81**, 773-790.
3. Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1956) *A study of thinking*. New York: Wiley.
4. Chumbley, J. (1969) Hypothesis memory in concept learning. *Journal of Mathematical Psychology*, **6**, 528-540.
5. Cotton, J. W. (1971) A sequence-specific concept identification model: Infrastructure for the Bower and Trabasso theory. *Journal of Mathematical Psychology*, **8**, 333-369.
6. Cotton, J. W. (1974) Implications of two local consistency strategy selection models. *Journal of Mathematical Psychology*, **11**, 364-390.
7. Cotton, J. W. (1976) Models of learning. *Annual Review of Psychology*, **27**, 155-187.
8. Erickson, J. R., & Jones, M. R. (1978) Thinking. *Annual Review of Psychology*, **29**, 61-90.
9. Estes, W. K. (1950) Toward a statistical theory of learning. *Psychological Review*, **57**, 94-107.
10. Estes, W. K. (1975) Some targets for mathematical psychology. *Journal of Mathematical Psychology*, **12**, 263-282.
11. Falmagne, R. J. (1970) Construction of a hypothesis model for concept identification. *Journal of Mathematical Psychology*, **7**, 60-96.
12. Falmagne, R. J. (1974) Mathematical psychology and cognitive phenomena: Comments on preceding chapters. In D. H. Krantz, R. C. Atkinson, R. D. Luce, & P. Suppes (Eds.), *Contemporary developments in mathematical psychology*, Vol. 1. *Learning, memory, and thinking*. San Francisco: W. H. Freeman, 145-161.
13. Gregg, L. W., & Simon, H. A. (1967) Process models and stochastic theories of simple concept formation. *Journal of Mathematical Psychology*, **4**, 246-276.
14. Hovland, C. I. (1952) A "communication analysis" of concept learning. *Psychological Review*, **59**, 461-472.
15. Hull, C. L. (1920) Quatitative aspects of the evolution of concepts: An

- experimental study. *Psychological Monographs*, Whole No. 123.
16. Hunt, E. B. (1962) *Concept learning: An information processing problem*. New York: Wiley.
 17. 印東太郎 (1970) 概念形成過程における strategy—II. Bower-Trabasso の model と computer simulation. 日本心理学会第34回大会発表論文集, 297頁。
 18. Indow, T., & Suzuki, S. (1972) Strategies in concept identification: Stochastic model and computer simulation I. *Japanese Psychological Research*, **14**, 168-175.
 19. Indow, T., & Suzuki, S. (1973) Strategies in concept identification: Stochastic model and computer simulation II. *Japanese Psychological Research*, **15**, 1-9.
 20. Levine, M. (1966) Hypothesis behavior by humans during discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, **71**, 331-338.
 21. Millward, R. B., & Wickens, T. D. (1974) Concept-identification models. In D. H. Krantz, R. C. Atkinson, R. D. Luce, & P. Suppes (Eds.), *Contemporary developments in mathematical psychology*, Vol. 1. *Learning, memory, and thinking*. San Francisco: W. H. Freeman, 45-100.
 22. Neimark, E. D., & Santa, J. L. (1975) Thinking and concept attainment. *Annual Review of Psychology*, **26**, 173-205.
 23. 小野茂 (1976) 『心理学における数学的方法』八木晃監修, 現代の心理学 4, 培風館。
 24. Restle, F. (1962) The selection of strategies in cue learning. *Psychological Review*, **69**, 329-343.
 25. 佐伯胖 (1979) 認知科学はいかなる「科学」か——行動から認知への展開——, 数理科学, No. 193, 5-11.
 26. 鈴木小夜子 (1970) 概念形成における strategy—I. strategy の分類. 日本心理学会第34回大会発表論文集, 296頁。
 27. Trabasso, T. R., & Bower, G. H. (1966) Presolution dimensional shifts in concept identification: A test of the sampling with replacement axiom in all-or-none models. *Journal of Mathematical Psychology*, **3**, 163-173.
 28. Trabasso, T. R., & Bower, G. H. (1968) *Attention in learning: Theory and research*. New York: Wiley.
 29. Wickens, T. D., & Millward, R. B. (1971) Attribute elimination strategies for concept identification with practiced subjects. *Journal of Mathematical Psychology*, **8**, 453-480.